

# INFORME FINAL

*por* Diaz Nuñez

---

**Fecha de entrega:** 20-dic-2022 04:27p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1985216760

**Nombre del archivo:** Informe\_final\_-\_DIAZ\_NU\_EZ\_PARA\_TURNITIN.docx (8.21M)

**Total de palabras:** 12964

**Total de caracteres:** 62219

**DEDICATORIA**

*“A mi madre, abuelos y hermana, por el amor,  
sacrificio y trabajo a lo largo de estos años”.*

*Diego Martín Díaz Núñez.*

### **AGRADECIMIENTO**

*“A la Mg. Katherine Lisset Arroyo Elescano, por su constante y excelente asesoría, lo cual me permitió culminar exitosamente el estudio, A mis jurados revisores, por sus recomendaciones de mejora y su buena disposición en la orientación de este estudio, A los trabajadores del Instituto Nacional de Estadística e Informática, por el reporte periódico de los datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – Perú”.*

*Diego Martín Díaz Núñez.*

## INTRODUCCIÓN

<sup>19</sup> La hemoglobina (Hb) es una proteína que se encuentra al interior de los glóbulos rojos para transportar oxígeno (O<sub>2</sub>) a las diferentes partes del cuerpo. Altitudinalmente el Perú está clasificado en 8 regiones naturales según la altura sobre el nivel del mar. Pese a que los departamentos ubicados en la costa, selva y Amazonía peruana se encuentran generalmente por debajo de los 1 000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), se evidencia una mayor proporción de casos con enfermedades que alteran la concentración normal de Hb (1,2); de igual manera, estos cambios también fueron observados con los polimorfismos genéticos de algunos residentes a gran altura (3). Ante estas disimilitudes, se tuvo como objetivo correlacionar la concentración <sup>7</sup> de hemoglobina en menores de 5 años con la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

El estudio fue desarrollado a partir del análisis de fuentes secundarias <sup>15</sup> de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) – Perú, 2021. Para la obtención de los datos se accedió a la plataforma virtual del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú, en la sección base de datos, microdatos, consulta por encuestas, <sup>3</sup> Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, año 2021 y periodo único; para después descargar los códigos de módulo <sup>22</sup> 1629 y 1638. Se utilizó la técnica de recolección de datos denominada revisión documental; por ende, no se utilizaron instrumentos de medición, pero si una matriz para tabular los datos obtenidos antes de exportarlos al software estadístico.

La estructura del informe final se enmarcó en cinco capítulos. En el capítulo I se especificó la descripción de la realidad problemática, la delimitación y formulación del problema, la justificación y los objetivos del estudio. En el capítulo II se presentaron los antecedentes que sirvieron como base y contraste para el desarrollo de la investigación; así como también de las bases teóricas y el marco conceptual. En el capítulo III se dio a conocer el sistema de hipótesis <sup>2</sup> de la investigación y la definición conceptual y operacional de las variables en estudio. <sup>2</sup> En el capítulo IV se detalló el método, tipo, nivel y diseño de la investigación; de igual manera, se definió <sup>2</sup> la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de procesamiento y análisis de datos, además de los aspectos éticos del estudio. Finalmente, en el capítulo V se describieron los resultados y se contrastó la hipótesis planteada.

## RESUMEN

Uno de los factores que condiciona la concentración de Hb es residir a grandes alturas (> 1 000 m.s.n.m.). Se tuvo como objetivo correlacionar la concentración de hemoglobina en menores de 5 años con la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021. El estudio fue cuantitativo, observacional, retrospectivo, transversal, analítico y de diseño no experimental. La población estuvo conformada por 15 530 menores de 5 años que cumplieron con los criterios de inclusión. Los datos fueron tabulados en el programa Microsoft Excel v.2019, la estimación puntual y análisis bivariado fueron calculados en el programa estadístico SPSS v.26. La estadística descriptiva fue empleada a través de las tablas de frecuencia, medidas de tendencia central ( $\bar{X}$ ) y dispersión (EE). La estadística inferencial se utilizó para hallar la correlación entre las variables en estudio (Rho de Spearman). Los aspectos éticos de la investigación fueron enmarcados en base a los artículos 27° y 28° del Reglamento General de Investigación de la UPLA. Se encontró que la edad de los menores era de 4 a 59 meses ( $31,50 \pm 0,12$  meses; media  $\pm$  EE); la prevalencia de anemia fue del 33,5 %, y se clasificó en severa (0,5 %), moderada (11,8 %) y leve (21,2 %). La concentración de Hb estuvo comprendida entre 6,5 a 18,6 g/dl ( $12,28 \pm 0,01$  g/dl; media  $\pm$  EE). La concentración de Hb media más alta se evidenció a 3 848 m.s.n.m. ( $13,91 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE). El grupo de edad de 12 a 35 meses fue afectado en mayor proporción por la anemia a 57 m.s.n.m. (59,1 %). Según sexo, esto fue observado a 28 m.s.n.m. en los varones (60,7 %), y a 1 428 m.s.n.m. en las mujeres (53,5 %). La mayor prevalencia de anemia fue a 4 373 m.s.n.m. (80,2 %), en los menores de 6 a 11 meses de edad (58,6 %) y en el sexo masculino (35,7 %). La anemia severa fue más prevalente a 4 373 m.s.n.m. (13,2 %), en el grupo de edad de 0 a 5 meses (2,7 %) y en los varones (1,6 %). Se pudo demostrar correlación directa débil ( $p = 0,000$ ; Rho = 0,452; IC 95 %: 0,439 a 0,466) entre la concentración de Hb en menores de 5 años y la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – Perú, 2021. Por tanto, la concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia. No obstante, los resultados de esta correlación serían más precisos si se obtienen los datos completos de la variable asociada en las unidades de estudio.

**Palabras clave:** Índices de eritrocitos, altitud, características de residencia, niño preescolar, estudio de correlación (*Fuente: DeCS BIREME*).

## ABSTRACT

One of the factors conditioning Hb concentration is residence at high altitudes (> 1 000 m.a.s.l.). The objective was to correlate hemoglobin concentration in children under 5 years of age with the altitude of residence in the Demographic and Family Health Survey - Peru, 2021. The study was quantitative, observational, retrospective, cross-sectional, analytical and non-experimental design. The population consisted of 15,530 children under 5 years of age who met the inclusion criteria. The data were tabulated in Microsoft Excel v.2019, the point estimate and bivariate analysis were calculated in SPSS v.26. Descriptive statistics were used through frequency tables, measures of central tendency ( $\bar{X}$ ) and dispersion (SE). Inferential statistics were used to find the correlation between the variables under study (Spearman's Rho). The ethical aspects of the research were framed on the basis of articles 27 and 28 of the General Research Regulation of the UPLA. It was found that the age of the children was 4 to 59 months ( $31.50 \pm 0.12$  months; mean  $\pm$  ES); the prevalence of anemia was 33.5 %, and it was classified as severe (0.5 %), moderate (11.8 %) and mild (21.2 %). Hb concentration ranged from 6.5 to 18.6 g/dL ( $12.28 \pm 0.01$  g/dL; mean  $\pm$  SE). The highest mean Hb concentration was found at 3848 m.a.s.l. ( $13.91 \pm 0.06$  g/dL; mean  $\pm$  SE). The age group 12 to 35 months was most affected by anemia at 57 m.a.s.l. (59.1 %). According to sex, this was observed at 28 m.a.s.l. in males (60.7 %), and at 1,428 m.a.s.l. in females (53.5 %). The highest prevalence of anemia was at 4,373 m.a.s.l. (80.2 %), in children under 6 to 11 months of age (58.6 %) and in males (35.7 %). Severe anemia was more prevalent at 4373 m.a.s.l. (13.2 %), in the 0 to 5 months age group (2.7 %) and in males (1.6 %). Weak direct correlation ( $p = 0.000$ ;  $Rho = 0.452$ ; 95 % CI: 0.439 to 0.466) could be demonstrated between Hb concentration in children under 5 years of age and altitude of residence in the Demographic and Family Health Survey - Peru, 2021. Therefore, hemoglobin concentration in children under 5 years of age increases with higher altitude of residence. However, the results of this correlation would be more accurate if the complete data of the associated variable were obtained in the study units.

**Keywords:** Erythrocyte indices, altitude, residence characteristics, preschool child, correlation study (*Source: MeSH NLM*).

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

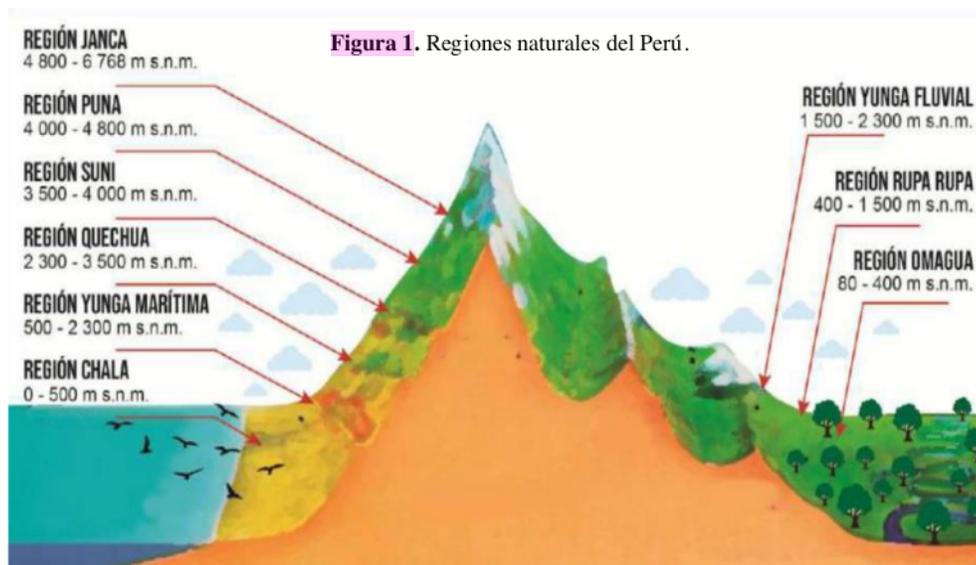
### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Hb es una proteína que se encuentra al interior de los glóbulos rojos para transportar  $O_2$  a las diferentes partes del cuerpo (4), su concentración se incrementa a medida que un individuo reside en lugares de gran altitud ( $> 1\ 000$  m.s.n.m.), como compensación ante la caída de la saturación de oxígeno ( $SaO_2$ ) en sangre (4–6); de ahí que se ajustan los niveles obtenidos con un factor de corrección (4,5). Su concentración en g/dl o g/l es utilizada para clasificar el nivel de anemia que presenta un individuo (4). En los niños de 6 meses a 5 años de edad se considera anemia severa cuando ( $Hb < 7$  g/dl), moderada ( $Hb 7$  a  $9,9$  g/dl) y leve ( $Hb 10$  a  $10,9$  g/dl) (4). La anemia es una afección que se caracteriza por la reducción en la cantidad de glóbulos rojos en sangre (7), dentro de sus causas se encuentran los problemas hereditarios o adquiridos, y sus consecuencias son cansancio extremo, complicaciones durante el embarazo, problemas cardiacos y muerte (8). A nivel mundial, la prevalencia de anemia en niños menores de 5 años durante el año 2021 fue del 42 % (9), a nivel nacional (Perú) fue del 28,4 %, y a nivel regional (Junín) estos valores estuvieron comprendidos entre 30 a 39,7 % (10). Por lo tanto, según la clasificación de la OMS, esta enfermedad representa un problema de salud pública grave y moderado a nivel mundial y nacional respectivamente (11).

Por otro lado, el Perú se clasifica altitudinalmente en 8 regiones naturales de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar y por las características del tipo de relieve, de flora y fauna (12). De esta manera, pueden agruparse según sus características en común, el litoral peruano pertenece a Chala y Yunga marítima; la selva y amazonia peruana están enmarcados en Omagua, Rupa-Rupa y Yunga fluvial; en tanto que los extremos andinos de la cordillera de los Andes corresponden a Quechua, Suni, Puna y Janca (figura

1) (12). Siguiendo con este razonamiento, en cada agrupación según relieve geográfico se encuentran distintas condiciones que afectan las concentraciones normales de Hb, un ejemplo de ello son las altas tasas de prevalencia e incidencia de malaria (1) y dengue (2) en los climas tropicales y subtropicales.

Algunos estudios previamente reportaron diferencias entre la prevalencia de anemia infantil y la región de residencia en distintas altitudes. Es necesario tener en cuenta que la anemia no es la variable de interés, pero su clasificación está en función a la concentración de Hb <sup>12</sup> y representa un problema de salud pública; razón por la cual, es utilizada temporalmente para demostrar diferencias y dependencia probabilística con la variable asociada (altitud de residencia). En función a ello, Chowdhury M (13) demostró desigualdad entre la prevalencia de anemia infantil con las regiones ecológicas de Nepal ( $p = 0,000$ ); Keokenchanh S (14) con las regiones de residencia de Laos ( $p = 0,000$ ). Tesema G (15) con las regiones de África subsahariana ( $p = 0,000$ ), y Ezquerria C (16) con las regiones naturales del Perú ( $p = 0,000$ ) (tabla 1). Ante esta problemática, la pregunta de investigación fue: ¿La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia <sup>2</sup> de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021?



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú, 2018 (12).

**Tabla 1.** Estudios comparativos entre la prevalencia de anemia infantil con distintas altitudes de residencia.

<b>Autores</b>	<b>Grupo etario</b>	<b>Lugar de estudio</b>	<b>Xi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
Chowdhury M (13)	6 a 59 meses	Regiones ecológicas de Nepal.	67,27	0,000
Keokenchanh S (14)	6 a 59 meses	Regiones de residencia de Laos.	36,17	0,000
Tesema G (15)	6 a 59 meses	Regiones de África subsahariana.	4660,5	0,000
Ezquerria C (16)	6 a 36 meses	Regiones naturales del Perú.	236,82	0,000

Fuente: Elaboración propia.

## **2** 1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

### **1.2.1. DELIMITACIÓN TEÓRICA**

El concepto teórico del estudio fue correlacionar la concentración de hemoglobina en menores de 5 años con la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

### **1.2.2. DELIMITACIÓN SOCIAL**

Las unidades de estudio fueron los menores de 5 años de edad.

### **1.2.3. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Se utilizó la base de datos reportada por el INEI (ENDES - Perú).

### **1.2.4. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Se accedió a la base de datos disponible durante el año 2021 en el periodo único.

## **22** 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021?

### **4** 1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

a. ¿Cuáles serán las características descriptivas de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021?

- b. ¿Cuál será la frecuencia en la concentración de hemoglobina de los <sup>1</sup>menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según altitud de residencia?
- c. ¿Cuál será la concentración media de hemoglobina de los <sup>1</sup>menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según altitud de residencia?
- d. ¿Cuál será la prevalencia de anemia de los <sup>1</sup>menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según <sup>23</sup>edad y altitud de residencia?
- e. ¿Cuál será <sup>1</sup>la prevalencia de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según sexo y altitud de residencia?
- f. ¿Cuál será la prevalencia y los niveles de anemia de los <sup>1</sup>menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según características sociodemográficas?

## 1.4. JUSTIFICACIÓN

### 1.4.1. SOCIAL

La direccionalidad de la correlación permitió identificar los espacios geográficos más afectados según la variabilidad en las concentraciones de Hb; asimismo, con el valor de la magnitud se pudo apreciar la existencia de otros factores asociados a la correlación; de este modo, la interpretación de ambos contribuirá con la toma de decisiones e implementación de estrategias de intervención sanitaria de acuerdo a las características sociodemográficas más perjudicadas.

### 1.4.2. TEÓRICA

Lo encontrado en esta investigación refuerza lo hallado por otros autores que comparten la misma variable de estudio; sirviendo además como predecesor de próximas investigaciones de causalidad o intervención.

### 1.4.3. METODOLÓGICA

Las técnicas, estrategias y métodos utilizados para el análisis de fuentes secundarias, podrán ser empleados por otros investigadores que pretendan replicar el estudio, teniendo en cuenta los ajustes correspondientes.

## 1.5. OBJETIVOS

### 1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Correlacionar la concentración de hemoglobina en menores de 5 años con la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

### 1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar las características descriptivas de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.
- b. Determinar la frecuencia en la concentración de hemoglobina de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según altitud de residencia.
- c. Estimar la concentración media de hemoglobina de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según altitud de residencia.
- d. Determinar la prevalencia de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según edad y altitud de residencia.
- e. Determinar la prevalencia de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según sexo y altitud de residencia.
- f. Determinar la prevalencia y los niveles de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021, según características sociodemográficas.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

#### **ANTECEDENTES NACIONALES**

En el año 2020 en la ciudad de Arequipa, Muñoz del Carpio-Toia A (17) en su investigación titulada: “Anemia infantil en poblaciones que residen a diferentes altitudes geográficas de Arequipa, Perú: estudio descriptivo y retrospectivo”, tuvo como objetivo “identificar si existe una relación estadística entre el diagnóstico de anemia en niños y vivir a distintas altitudes geográficas de la región Arequipa, Perú”. A nivel metodológico, el estudio fue no experimental, descriptivo, observacional, retrospectivo y transversal. La población estuvo constituida por 106 499 menores de 5 años de edad residentes en diferentes altitudes geográficas y registrados en la Gerencia Regional de Salud de Arequipa - Perú, de los cuales 32 454 cumplieron con los criterios de elegibilidad. Para procesar los datos utilizó el programa de estadística STATA v.14; la relación fue hallada por medio del estadístico de prueba chi-cuadrado. El autor encontró relación estadísticamente significativa directa ( $p < 0,05$ ) entre los niveles de hemoglobina y la altitud en la que residen los niños menores de 5 años; por otro lado, concluyó en que las visitas domiciliarias, el desarrollo de los niños y la evaluación del crecimiento deben guardar correspondencia con los programas de suplementación.

En el año 2017 en la ciudad de Lima, Mejia C (18) en su investigación titulada: “Cambios en la hemoglobina (Hb) de trabajadores mineros expuestos a gran altura y factores asociados”, planteó como objetivo “determinar la variación de la Hb en dos grupos de trabajadores mineros a diferentes altitudes”. Su estudio fue longitudinal y analítico llevado a cabo en una empresa privada. Para la obtención de los niveles de hemoglobina

accedió a los exámenes hematológicos anuales de dos grupos, el primero estaba ubicado al nivel del mar y el otro se encontraba en la sierra peruana (4 100 m). El análisis estadístico fue por medio de las ecuaciones de estimación generalizadas para promedios poblacionales (PA-GEE). El autor demostró correlación directa entre la altura de la sede de trabajo y los niveles de hemoglobina ( $p < 0,01$ ), y concluyó en que dichas variaciones están asociados además al sexo masculino e IMC.

En el año 2018 en la ciudad de Puno, Silva J (19) en su investigación titulada: “Pisos altitudinales y anemia en niños de 6 a 35 meses de edad, atendidos en establecimientos de salud de la DIRESA Puno, entre los años 2015 al 2017”, sostuvo como objetivo “determinar la relación entre los pisos altitudinales y los niveles de anemia en niños de 6 a 35 meses de edad atendidos en establecimientos de salud de la DIRESA Puno, entre los años 2015 al 2017”. Su estudio fue retrospectivo y de alcance correlacional. La variable de estudio fue la anemia infantil y la variable asociada fueron los pisos altitudinales. Para recabar la información de la variable de estudio buscó en la base de datos del Sistema de Información del Estado Nutricional (SIEN) durante los años 2015 al 2017; para la variable de asociación recurrió a la literatura disponible en internet. El investigador constató que los niveles de anemia presentaron relación directa con los pisos altitudinales ( $p = 0,000$ ). Por tal razón, concluyó que a mayor altitud, se evidencia mayor prevalencia de anemia.

En el año 2020 en la ciudad de Lima, Accinelli R (20) en su investigación titulada: “Age and altitude of residence determine anemia prevalence in Peruvian 6 to 35 months old children”, cuya traducción al castellano es: “La edad y la altitud de residencia determinan la prevalencia de anemia en niños peruanos de 6 a 35 meses”, estableció como objetivo “evaluar los factores que contribuyen a la anemia y determinar su prevalencia en niños peruanos de 6 a 35 meses”. Su estudio fue elaborado a partir del análisis de la ENDES 2017, donde seleccionó una muestra representativa de 11 364 niños de 6 a 35 meses que tengan la variable edad, altitud de residencia, sexo, estado nutricional, estado de anemia y pobreza. El análisis de datos fue por medio del software estadístico STATA v.15 y de las correcciones de Bonferroni para un nivel de alfa del 5 %. El autor pudo demostrar que los niveles de hemoglobina presentaron relación directa con la

edad y la altitud de residencia de los menores; concluyendo además en que la prevalencia de anemia asciende al 7,3 % en niños peruanos de 6 a 35 meses en los años 2016 y 2017.

En el año 2018 en la ciudad de Lima, Ocas S (21) en su investigación titulada: “Hemoglobin concentration in children at different altitudes in Peru: proposal for [Hb] correction for altitude to diagnose anemia and polycythemia”, cuya traducción al castellano es: “Concentración de hemoglobina en niños de diferentes alturas en Perú: propuesta de corrección de [Hb] por altura para el diagnóstico de anemia y policitemia”, precisó como objetivo “definir el aumento de hemoglobina [Hb] con la altitud en niños peruanos”. El estudio fue elaborado a partir del análisis de la base de datos del SIEN en los 24 departamentos del Perú durante los años comprendidos desde el 2012 al primer semestre del 2017. La población estuvo conformada por 2 105 036 menores de 6 a 59 meses de edad; sin embargo, se eliminó algunos registros por no contar con los valores del indicador anemia total, niveles de hemoglobina demasiado bajos (< 3g/dl) o muy altos (> 30g/dl). Por ende, la muestra final contuvo a 2 028 701 menores. El procesamiento de datos fue mediante el programa estadístico STATA v.14. Para la comparación entre el valor promedio de hemoglobina, la altitud y la edad se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) y pruebas post hoc con la corrección de Bonferroni. Para hallar las diferencias entre la prevalencia de anemia y policitemia se utilizó la prueba de chi-cuadrado ( $\alpha = 0,05$ ). Se demostró que la hemoglobina presentó relación directa con la altitud de residencia a partir de los 1 000 m.s.n.m. El autor concluye que los umbrales definidos por la OMS para la corrección del nivel de hemoglobina en función a la altitud, sobrevaloran la prevalencia de anemia y subestiman la policitemia en los niños peruanos que residen a gran altura.

#### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

En el año 2019 en México, Garrido D (22) en su investigación titulada: “Anemia frequency in children living at Andean high altitude in Ecuador, Peru, and Bolivia”, cuya traducción al castellano es: “Prevalencia de anemia en niños que viven en la altitud andina de Ecuador, Perú y Bolivia”, definió como objetivo “establecer la frecuencia de

anemia en niños de la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia”. Su estudio fue analítico y transversal fundamentado en la asociación de riesgo entre la prevalencia de anemia en niños de 6 a 59 meses que residen en las regiones andinas de América del Sur. Para la obtención de los datos sobre anemia se recurrió a la información proporcionada por las instituciones de salud de cada país. El análisis estadístico fue mediante el programa SPSS v.26 a través de las medidas de asociación Odds Ratio y la prueba estadística chi-cuadrado. El autor evidenció asociación de riesgo significativo entre las regiones andinas de Ecuador, Perú y Bolivia con la prevalencia de anemia (OR:1,37; IC 95 %: 1,34 a 1,40;  $p < 0,05$ ). Pese a existir asociación de riesgo significativo entre las variables estudiadas, el autor no descarta la posibilidad que sea debido a un fenómeno multifactorial, por lo que recomienda un estudio más detallado para eliminar asociaciones espurias.

En el año 2019 en Alemania, Gassmann M (23) en su investigación titulada: “The increase in hemoglobin concentration with altitude varies among human populations”, cuya traducción al castellano es: “El aumento de la concentración de hemoglobina con la altitud varía entre las poblaciones humanas”, propuso como objetivo “analizar la [Hb] con el aumento de la altitud, teniendo como variables la edad, el sexo, el embarazo y la etnia y/o país y región de residencia”. Su estudio de metaanálisis fue a partir de los valores medios de la hemoglobina no ajustada de la base de datos de PubMed en junio del año 2017. El análisis estadístico fue mediante la probabilidad bayesiana y de la metaregresión. Se demostró relación directa entre los niveles de hemoglobina y la altitud (aumento de 1,05g/dl/1 000 m en residentes de América del sur en contraste con el grupo de referencia de EE. UU.;  $p < 0,0001$ ). Se concluye que los factores de corrección de la hemoglobina según altitud son distintos entre las regiones del mundo; por consiguiente, el umbral sugerido por la OMS no es aplicable a nivel mundial.

En el año 2018 en Kirguistán - Asia, Akunov A (24) en su investigación titulada: “Hemoglobin changes after long-term intermittent work at high altitude”, cuya traducción al castellano es: “Cambios en la hemoglobina después de un trabajo intermitente a largo plazo a gran altura”, sentó como objetivo “determinar la asociación de la exposición

intermitente a largo plazo a grandes altitudes con los niveles de hemoglobina, así como explorar la naturaleza de esta posible relación”. La muestra estuvo conformada por 266 varones que hayan aprobado su examen médico anual. El hemograma completo se obtuvo por medio de la hematología automatizada Mindray BC – 2300. El régimen de trabajo era 14 x 14 (14 días de trabajo, seguido de 14 días de descanso). Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS v.23; se utilizó la prueba de K-S para demostrar normalidad en las variables numéricas. La asociación estadística fue hallada a través del análisis de regresión lineal univariado y multivariable ( $\alpha = 5\%$ ). El autor verificó que los niveles de hemoglobina se encontraron relacionados directamente con los años de exposición a gran altura (3 800 m.s.n.m.); evidenciando un incremento de hemoglobina por año de exposición de 0,068 g/dl (95 % IC 0,037 a 0,099;  $p < 0,001$ ). En síntesis, los niveles de hemoglobina presentan una relación lineal con respecto a los años de exposición a condiciones de hipoxia intermitente e IMC.

En el año 2020 en Alemania, Mairbäurl H (3) en su investigación titulada: “Geographical ancestry affects normal hemoglobin values in high-altitude residents”, cuya traducción al castellano es: “La ascendencia geográfica afecta los valores normales de hemoglobina en los residentes de gran altitud”, proyectó como objetivo "describimos los ajustes de la concentración de Hb de los nativos de las tierras altas de diferente ascendencia que residen en diferentes regiones/países del mundo ("ascendencia geográfica") y discutimos los posibles mecanismos que contribuyen a los diferentes patrones de adaptación de su concentración de Hb". El estudio fue de revisión narrativa a través de la descripción de los cambios en la concentración de hemoglobina en residentes a gran altitud de diferentes partes del mundo. El autor encontró que algunos polimorfismos genéticos en tibetanos y etíopes residentes a gran altura se correlacionan inversamente con los niveles de hemoglobina. En definitiva, la concentración media de hemoglobina se incrementa con la altitud; sin embargo, estas variaciones son distintas en las poblaciones de diferentes ascendencias étnicas.

En el año 2022 en Arabia Saudita, Alkhalidy H (25) en su investigación titulada: “Effect of altitude on hemoglobin and red blood cell indices in adults in different regions of Saudi Arabia”, cuya traducción al castellano es: “Efecto de la altitud sobre los índices

de hemoglobina y glóbulos rojos en adultos en diferentes regiones de Arabia Saudita”, trazó como objetivo “determinar los intervalos de referencia precisos de los parámetros CBC para Arabia Saudita de gran altitud”. El estudio fue comparativo retrospectivo de revisión, donde se seleccionó el conteo sanguíneo completo (CBC, por sus siglas en inglés) de varones y mujeres de 18 a 60 años de edad que acudieron a un laboratorio hematológico durante los años 2014 a 2019 de 3 áreas geográficas de distintas altitudes de Arabia Saudita. El análisis de datos fue mediante el programa SPSS v.22. Se comparó las variables continuas por medio de la prueba de t ( $\alpha = 5\%$ ). Se tuvo como resultado la relación directa entre la concentración de hemoglobina y la altitud de residencia. Finalmente, se recomienda ajustar el nivel de hemoglobina a 0,30 g/dl/1000 m en la población adulta de Arabia Saudita que reside a grandes alturas.

## 2.2. BASES TEÓRICAS O CIENTÍFICAS

### 2.2.1. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA

#### Definición

Cantidad de hemoglobina en sangre expresada en g/dl o g/l (4).

#### Medición de la concentración de hematocrito o hemoglobina

Es utilizada para detectar anemia en la persona evaluada, se pueden calcular mediante los valores de Hb o hematocrito, el primero se da a través de métodos directos como: “Cianometahemoglobina (espectrofotómetro) y Azidametahemoglobina (hemoglobinómetro)”, el segundo es empleado cuando no se cuenta con ningún método de medición de Hb (4).

#### 19 6 Valores normales de la concentración de hemoglobina y niveles de anemia

Grupo de edad	Con anemia según concentración de hemoglobina (g/dl)			Sin anemia según concentración de hemoglobina (g/dl)
	Severa	Moderada	Leve	
Niños de 6 meses a 5 años	< 7	7 – 9.9	10 – 10.9	≥ 11

Fuente: Ministerio de Salud del Perú, 2017 (4).

### **Fórmula para la corrección de hemoglobina al nivel del mar**

Se trata de una ecuación a partir de los datos del “Sistema de Vigilancia de la Nutrición Pediátrica” de los “Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades” (CDC PedNSS por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América para ajustar los niveles de Hb al nivel del mar (26). A continuación, se presenta lo fórmula planteada:

**Nivel ajustado** = nivel de Hb observado – factor de corrección por altura.

**Factor de corrección por altura** =  $0,022 * (\text{altura})^2 - 0,032 (\text{altura})$ .

**Altura** =  $[(\text{altura en metros}) / 1\ 000] * 3,3$

### **Anemia**

Afección que se caracteriza por una reducción de la cantidad de glóbulos rojos en sangre (7); existen diversas causas que lo provocan y se clasifican según la temporalidad y severidad de la misma (8).

### **Etiología de la anemia**

Puede ser de manera congénita o adquirida durante el transcurso de la vida, independientemente de la causa, esta afección sucede con mayor frecuencia porque el cuerpo no produce la cantidad suficiente de glóbulos rojos, por la presencia de sangrados o porque el organismo los destruye (8).

### **Consecuencias de la anemia**

Si no se da tratamiento a la anemia, esta puede provocar distintos problemas de salud, tales como (8):

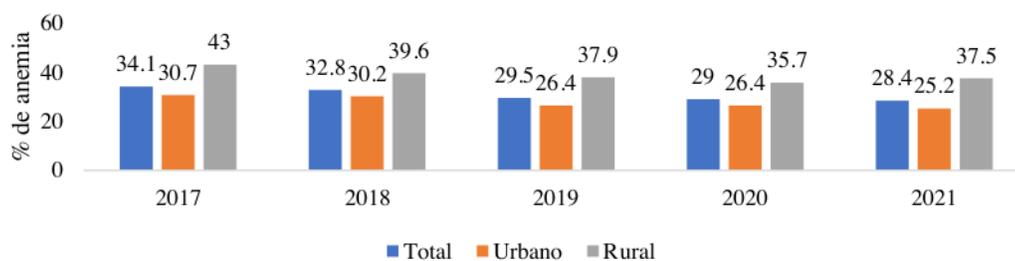
- Cansancio extremo,
- Complicaciones durante el embarazo,
- Problemas cardiacos,
- Muerte.

## Epidemiología

Grupo etario	Prevalencia de anemia infantil en el Perú					
	Área de residencia	Último quinquenio				
		2017	2018	2019	2020	2021
Niños y niñas menores de 5 años de edad	Total	34,1	32,8	29,5	29	28,4
	Urbano	30,7	30,2	26,4	26,4	25,2
	Rural	43	39,6	37,9	35,7	37,5

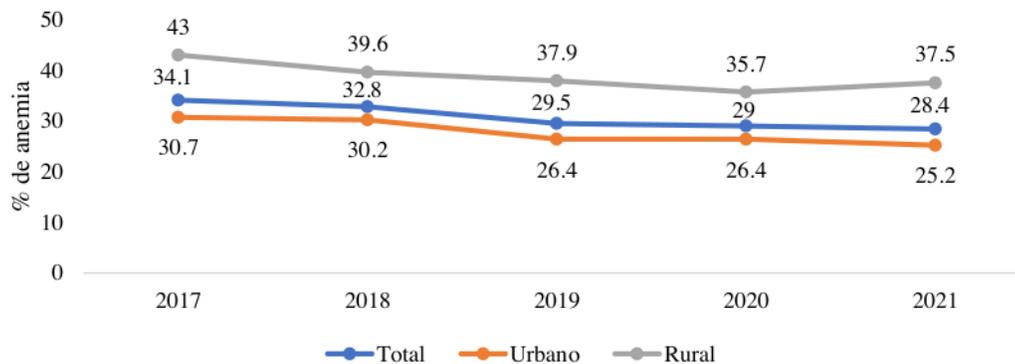
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022 (10)

**Figura 2.** Diagrama de barras sobre la prevalencia de anemia en menores de 5 años, según área de residencia de la ENDES - Perú, 2017 - 2021.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022 (10).

**Figura 3.** Diagrama de líneas sobre la prevalencia de anemia en menores de 5 años, según área de residencia de la ENDES - Perú, 2017 - 2021.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022 (10).

### Clasificación de la anemia como problema de salud pública

Problema Indicador	No es un problema de salud pública	Problema de salud pública leve	Problema de salud pública moderada	Problema de salud pública grave
% de prevalencia	< 5 %	5 a 19,9 %	20 a 39,9 %	≥ 40 %

Fuente: World Health Organization, 2008 (11).

## 2.2.2. ALTITUD DE RESIDENCIA

### Definición

Espacio entre un punto referente a la tierra con el nivel del mar (4).

**Tabla 2.** Principales características territoriales de los departamentos del Perú.

Departamento	Capital	Altitud (m.s.n.m.)
Amazonas	Chachapoyas	2483
Ancash	Huaraz	3073
Apurímac	Abancay	2500
Arequipa	Arequipa	2429
Ayacucho	Ayacucho	2797
Cajamarca	Cajamarca	2731
Prov. Const. del Callao	Callao	27
Cusco	Cusco	3439
Huancavelica	Huancavelica	3746
Huánuco	Huánuco	1921
Ica	Ica	432
Junín	Huancayo	3294
La Libertad	Trujillo	74
Lambayeque	Chiclayo	28
Lima	Lima	162
Loreto	Iquitos	107
Madre de Dios	Puerto Maldonado	204
Moquegua	Moquegua	1428
Pasco	Cerro de Pasco	4373
Piura	Piura	57
Puno	Puno	3848
San Martín	Moyobamba	895
Tacna	Tacna	583
Tumbes	Tumbes	9
Ucayali	Pucallpa	162

16

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú, 2018 (12).

### Clasificación

Altitudinalmente el Perú está clasificado en 8 regiones naturales de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar y por las características del tipo de relieve, de flora y fauna (12).

**Tabla 3.** Clasificación y características de las regiones naturales del Perú.

Regiones naturales	Altitud (m.s.n.m.)	Características
Chala	0 – 500	Desiertos arenosos del litoral peruano.
Yunga marítima	500 – 2300	Valles profundos y estrechos.
Yunga fluvial	1500 – 2300	Quebradas y valles extensos bifurcados por cañones.
Quechua	2300 – 3500	Montañas ligeramente empinadas y valles andinos.
Suni	3500 – 4000	Territorio pluvioso con grandes variaciones de temperatura.
Puna	4000 – 4800	Territorio con pendientes marcados y ondulados.
Janca	4800 – 6768	Montañas empinadas y rocosas cubiertas por nieve.
Rupa-Rupa	400 – 1500	Territorio constituido por valles amazónicos.
Omagua	80 - 400	Territorio conformado por llanuras aluviales.

16

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú, 2018 (12).

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

#### Ajuste de la concentración de Hb según altitud

La concentración de Hb se incrementa cuando un individuo reside a gran altura como compensación ante el descenso de la SaO<sub>2</sub> en sangre (6). Por este motivo, se realiza un ajuste según la altitud de residencia de la persona evaluada (4).

#### Baremo de la correlación Rho de Spearman

Se clasifica en nula o escasa (0 a 0,25), débil (0,26 a 0,50), moderada (0,51 a 0,75) y perfecta (0,76 a 1,00) (27).

#### Capital

Ciudad o territorio principal que posee características diferentes al resto, y que puede ser clasificado a nivel gubernamental o subnacional (28).

#### Dengue

Enfermedad infecciosa transmitida por mosquitos en áreas tropicales y subtropicales a nivel global; en su estado más grave puede provocar un sangrado constante (fiebre hemorrágica) (29).

#### Departamento

Jurisdicción territorial de carácter administrativo de un espacio geográfico cualquiera (28).

### **Hemoglobina**

Proteína conformada por un grupo hem y globina, el primero contiene hierro responsable de la coloración roja de la sangre, y el segundo es la porción de origen proteico. Su principal función es transportar O<sub>2</sub> a las diferentes partes del organismo (4).

### **Hemoglobinómetro portátil**

Instrumento de medición mecánico que se utiliza para obtener la concentración de Hb en un individuo (4).

### **Hierro**

Mineral <sup>7</sup> almacenado en el organismo y utilizado en la producción de proteínas como la hemoglobina y mioglobina, ambas encargadas de transportar el O<sub>2</sub>. Su déficit conlleva alteraciones en el desarrollo mental, motor y conductual de los menores, debido a que se encuentra presente en los neurotransmisores (7).

### **Hierro hemínico**

Se encuentra de manera única <sup>7</sup> en alimentos provenientes de origen animal, como: sangre, hígado, bazo y riñón; presenta una biodisponibilidad <sup>7</sup> del 10-30 % (7).

### **Hierro no hemínico**

Se encuentra presente en los alimentos de origen vegetal, como: lentejas, habas, espinacas y acelgas; presenta una biodisponibilidad de hasta el 10 % (7).

### **Malaria**

Patología provocada comúnmente por la picadura de un mosquito infectado en climas tropicales; una de sus complicaciones es la anemia debido a la reducción de eritrocitos (1).

## 2 CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

### 3.1. HIPÓTESIS GENERAL

**H0:** La concentración de hemoglobina en <sup>24</sup>menores de 5 años disminuye a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

**H1:** La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

### 2 3.2. VARIABLES

Operacionalización de la variable de supervisión.

Variable de supervisión	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Concentración de hemoglobina	Cantidad de hemoglobina en sangre expresada en g/dl o g/l (4).	Concentración de hemoglobina	Concentración de hemoglobina en sangre	g/dl	Numérica Razón Continua

2  
Operacionalización de la variable de asociación.

Variable de asociación	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Altitud de residencia	Espacio entre un punto referente a la tierra con el nivel del mar (4).	Altitud de residencia	Altitud de residencia de los departamentos del Perú	m.s.n.m.	Numérica Razón Discreta

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

### 4.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

De acorde a lo escrito por Sánchez H (30), el enfoque del estudio es cuantitativo, ya que se utilizaron procedimientos estadísticos para el análisis de datos. Según el mismo autor se eligió el método general científico, debido a que se aplicó un conjunto de metodologías para alcanzar el propósito de la investigación. Por otra parte, el método general se complementó con el método específico analítico-sintético indicado por Rodríguez A (31); analítico porque se separó la base de datos para obtener la información de las variables en estudio, y sintético porque se volvió a unificar y se pudo descubrir relaciones entre las partes antes analizadas.

### 4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

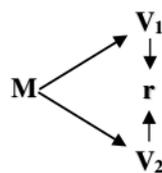
En virtud a lo mencionado por Supo J (32), el estudio es observacional, porque no se manipuló a las variables; retrospectivo, ya que se analizaron fuentes secundarias; transversal, debido a que la recolección de datos fue por única vez, y analítico, dado que el análisis estadístico fue bivariado y se formuló y probó un sistema de hipótesis.

### 4.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Teniendo como referencia lo indicado por Supo J (32), el estudio es de nivel relacional, porque solo se demostró dependencia probabilística entre las variables en estudio, y no una relación de causalidad.

### 4.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acorde a lo señalado por Hernández R (33), el diseño del estudio es no experimental, porque no se buscó la manipulación de las variables estudiadas.



Donde:

**M:** 15 530 menores de 5 años.

**V<sub>1</sub>:** concentración de Hb de los menores de 5 años (g/dl).

**V<sub>2</sub>:** altitud de residencia de los menores de 5 años (m.s.n.m.).

**r:** correlación entre ambas variables.

#### 4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

##### POBLACIÓN

La población estuvo conformada por 15 530 menores de 5 años que cumplieron con los criterios de inclusión (figura 4).

##### TIPO DE MUESTREO

Se eligió el tipo de muestreo censal porque se trabajó con todas las unidades de estudio que conformaron la población (34).

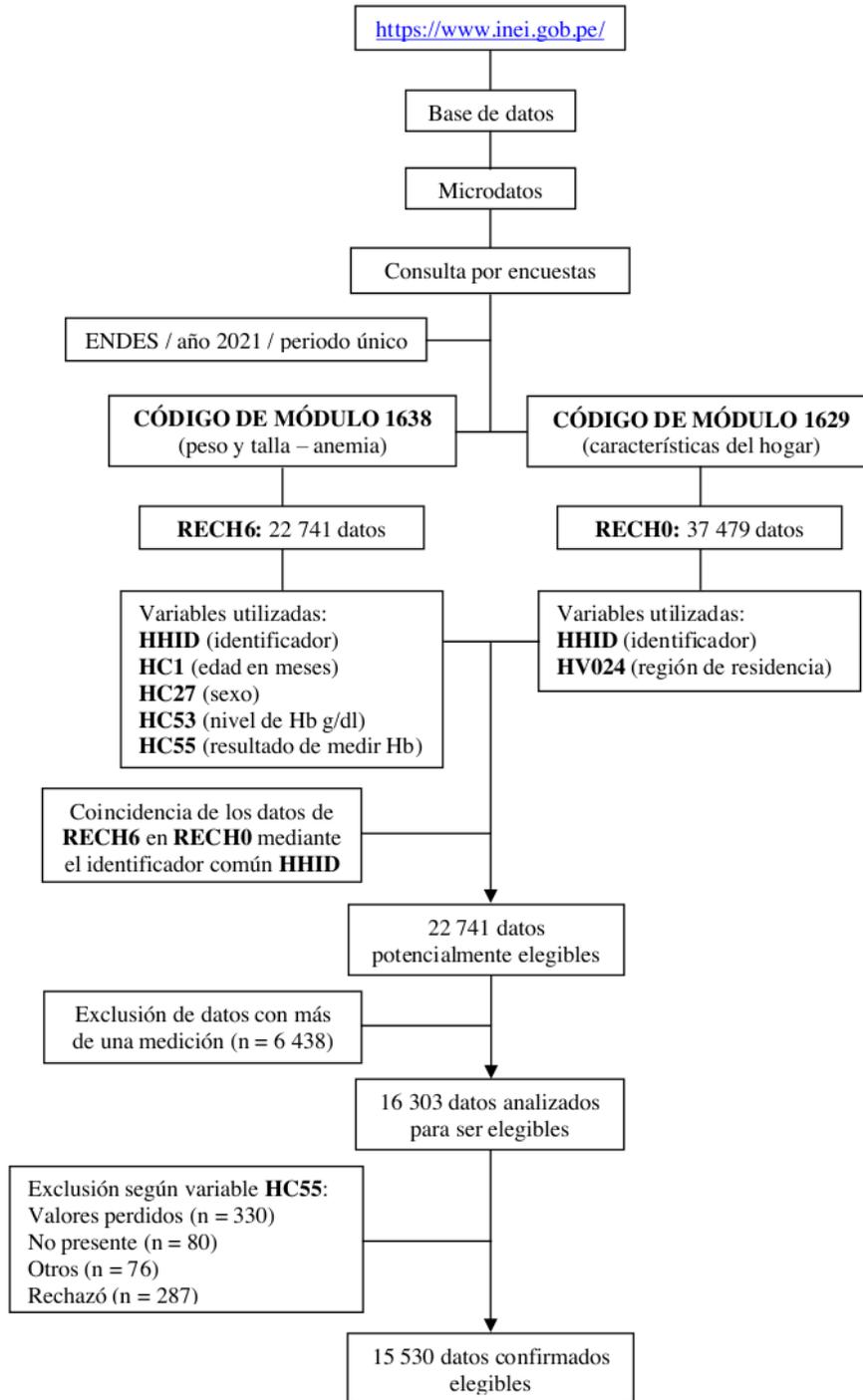
##### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- ✓ Menores de 5 años registrados en la base de datos RECH6 del código de módulo 1638.
- ✓ Madres de los menores de 5 años registradas en la base de datos RECH0 del código de módulo 1629.

##### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- ✓ Menores de 5 años que no tengan el mismo identificador HHID en las bases de datos RECH6 y RECH0.
- ✓ Menores de 5 años que se les haya medido más de una vez el nivel de Hb.
- ✓ Menores de 5 años que no se les haya medido los niveles de Hb (valores perdidos, no presente, otros, rechazó).

**Figura 4.** Diagrama de flujo de la selección de las unidades de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

##### **Técnica de recolección de datos**

Se usó la técnica revisión documental para recolectar la información de la base de datos de la ENDES – Perú, 2021.

##### **Instrumentos de recolección de datos**

No se utilizó instrumentos de medición debido a que el estudio recabó información de fuentes secundarias; no obstante, se empleó una matriz para tabular los datos obtenidos antes de exportarlos al software estadístico; la matriz estuvo compuesta de 10 columnas: HHID (identificador), nivel de Hb (g/dl), factor de ajuste CDC PedNSS, nivel de Hb ajustada (g/dl), anemia, resultado de medir Hb, región de residencia, altitud (m.s.n.m.), edad (meses) y sexo (anexo 3).

4

#### 4.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

##### **Técnica de procesamiento de datos**

Se tabularon los datos en el programa Microsoft Excel v. 2019, la estimación puntual y análisis bivariado fueron calculados en el programa estadístico SPSS v.26.

##### **Técnica de análisis de datos**

Se empleó la estadística descriptiva a través de las tablas de frecuencia, medidas de tendencia central ( $\bar{X}$  = media aritmética) y dispersión (EE = error estándar). La estadística inferencial se utilizó para hallar la correlación entre las variables analizadas (Rho de Spearman).

2

#### 4.8. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio fue elaborado tomando en cuenta los artículos 27° y 28 ° del Reglamento General de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes (UPLA) (35). Referente al artículo 27°, se conservó la privacidad y confidencialidad sobre la información obtenida de la base de datos utilizada. Asimismo, no se divulgó la información encontrada con otros propósitos que no sean de la investigación; por el contrario, los

resultados encontrados contribuirán en la toma de decisiones e implementación de estrategias de intervención sanitaria, de acuerdo a las características sociodemográficas más afectadas. De forma resumida, se garantizó la veracidad de las diversas etapas del proceso de investigación (formulación del problema, interpretación y comunicación de resultados). Según el artículo 28°, se certifica que el estudio es original y está orientado según las líneas de investigación de la UPLA. Además, los resultados obtenidos serán de libre acceso y en su versión completa para la comunidad científica. Finalmente, no se inventó o falsificó los datos para alterar los resultados de la investigación, tampoco se aceptó algún tipo de remuneración o estipendio por la elaboración del mismo.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 4.** Características descriptivas de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021.

Característica	Frecuencia	%
<b>Región/Altitud de residencia (m.s.n.m.)</b>		
Lima	162	1933
Ayacucho	2797	670
Tumbes	9	643
Amazonas	2483	628
San Martín	895	612
Huánuco	1921	609
Apurímac	2500	599
Junín	3294	590
Ucayali	162	588
Tacna	583	587
Madre de Dios	204	572
Piura	57	566
Ica	432	557
Moquegua	1428	555
Cajamarca	2731	552
La Libertad	74	546
Prov. del Callao	27	543
Lambayeque	28	542
Cusco	3439	539
Ancash	3073	536
Huancavelica	3746	530
Pasco	4373	530
Loreto	107	517
Arequipa	2429	516
Puno	3848	470
Total	15530	100

**Tabla 4.** (Continuación).

Característica	Frecuencia	%
<b>Edad (meses)</b>		
0 a 5	466	3,0
6 a 11	1718	11,1
12 a 35	6560	42,2
36 a 59	6786	43,7
<b>Sexo</b>		
Masculino	7901	51
Femenino	7629	49
<b>Anemia (Hb ajustada)</b>		
Si	5201	33,5
No	10329	66,5
<b>Niveles de anemia (Hb ajustada)</b>		
Severa	77	0,5
Moderada	1825	11,8
Leve	3299	21,2
Sin anemia	10329	66,5
Total	15530	100

13

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 4.** Se identificó que el departamento de Lima (12,4 %) tuvo la mayor cantidad de menores de 5 años evaluados. La edad estaba comprendida entre 4 a 59 meses ( $31,50 \pm 0,12$  meses; media  $\pm$  EE), además se determinó que la mayor proporción se situó en el intervalo de 36 a 59 meses de edad (43,7 %). Según sexo, se constató que la mayor parte de los menores de 5 años eran varones (51 %). La prevalencia de anemia fue del 33,5 % y se clasificó en severa (0,5 %), moderada (11,8 %) y leve (21,2 %); por otra parte, el 66,5 % de los evaluados presentó concentraciones de Hb por encima de los parámetros establecidos ( $\geq 11$  g/dl).

**1** **Tabla 5.** Frecuencia en la concentración de Hb de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según altitud de residencia.

Región de residencia	Altitud (m.s.n.m.)	Concentración de Hb (g/dl) no ajustada											
		<7		7 a 9,9		10 a 10,9		≥ 11		Total			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
<b>3</b> Amazonas	2483	0	0,0	24	3,8	90	14,3	514	81,8	628	100		
Ancash	3073	0	0,0	12	2,2	31	5,8	493	92,0	536	100		
Apurímac	2500	0	0,0	1	0,2	9	1,5	589	98,3	599	100		
Arequipa	2429	0	0,0	6	1,2	35	6,8	475	92,1	516	100		
Ayacucho	2797	0	0,0	8	1,2	33	4,9	629	93,9	670	100		
Cajamarca	2731	0	0,0	7	1,3	29	5,3	516	93,5	552	100		
Prov. Const. Del Callao	27	0	0,0	23	4,2	83	15,3	437	80,5	543	100		
Cusco	3439	0	0,0	4	0,7	18	3,3	517	95,9	539	100		
Huancavelica	3746	0	0,0	4	0,8	8	1,5	518	97,7	530	100		
Huánuco	1921	0	0,0	17	2,8	47	7,7	545	89,5	609	100		
Ica	432	0	0,0	25	4,5	104	18,7	428	76,8	557	100		
Junín	3294	0	0,0	12	2,0	48	8,1	530	89,8	590	100		
La Libertad	74	1	0,2	12	2,2	72	13,2	461	84,4	546	100		
Lambayeque	28	0	0,0	27	5,0	90	16,6	425	78,4	542	100		
Lima	162	0	0,0	80	4,1	309	16,0	1544	79,9	1933	100		
Loreto	107	1	0,2	69	13,3	127	24,6	320	61,9	517	100		
Madre de Dios	204	0	0,0	50	8,7	214	37,4	308	53,8	572	100		
Moquegua	1428	0	0,0	13	2,3	82	14,8	460	82,9	555	100		
Pasco	4373	0	0,0	17	3,2	35	6,6	478	90,2	530	100		
Piura	57	0	0,0	23	4,1	87	15,4	456	80,6	566	100		
Puno	3848	0	0,0	5	1,1	13	2,8	452	96,2	470	100		
San Martín	895	0	0,0	36	5,9	133	21,7	443	72,4	612	100		
Tacna	583	0	0,0	20	3,4	81	13,8	486	82,8	587	100		
Tumbes	9	0	0,0	38	5,9	155	24,1	450	70,0	643	100		
Ucayali	162	0	0,0	68	11,6	193	32,8	327	55,6	588	100		
Total		2	0,01	601	3,9	2126	13,7	12801	82,4	15530	100		

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

Tabla 5. (Continuación).

Región de residencia	Altitud (m.s.n.m.)	Concentración de Hb (g/dl) ajustada											
		<7		7 a 9,9		10 a 10,9		≥ 11		Total			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
3 Amazonas	2483	0	0,0	128	20,4	188	29,9	312	49,7	628	100		
Ancash	3073	4	0,7	146	27,2	150	28,0	236	44,0	536	100		
Apurímac	2500	0	0,0	12	2,0	52	8,7	535	89,3	599	100		
Arequipa	2429	1	0,2	48	9,3	103	20,0	364	70,5	516	100		
Ayacucho	2797	0	0,0	85	12,7	139	20,7	446	66,6	670	100		
Cajamarca	2731	0	0,0	78	14,1	138	25,0	336	60,9	552	100		
Prov. Const. Del Callao	27	0	0,0	23	4,2	83	15,3	437	80,5	543	100		
Cusco	3439	1	0,2	111	20,6	130	24,1	297	55,1	539	100		
Huancavelica	3746	4	0,8	128	24,2	171	32,3	227	42,8	530	100		
Huánuco	1921	0	0,0	39	6,4	117	19,2	453	74,4	609	100		
Ica	432	0	0,0	25	4,5	104	18,7	428	76,8	557	100		
Junín	3294	3	0,5	172	29,2	121	20,5	294	49,8	590	100		
La Libertad	74	1	0,2	12	2,2	72	13,2	461	84,4	546	100		
Lambayeque	28	0	0,0	27	5,0	90	16,6	425	78,4	542	100		
Lima	162	0	0,0	80	4,1	309	16,0	1544	79,9	1933	100		
Loreto	107	1	0,2	69	13,3	127	24,6	320	61,9	517	100		
Madre de Dios	204	0	0,0	50	8,7	214	37,4	308	53,8	572	100		
Moquegua	1428	0	0,0	29	5,2	98	17,7	428	77,1	555	100		
Pasco	4373	56	10,6	266	50,2	103	19,4	105	19,8	530	100		
Piura	57	0	0,0	23	4,1	87	15,4	456	80,6	566	100		
Puno	3848	6	1,3	103	21,9	133	28,3	228	48,5	470	100		
San Martín	895	0	0,0	45	7,4	141	23,0	426	69,6	612	100		
Tacna	583	0	0,0	20	3,4	81	13,8	486	82,8	587	100		
Tumbes	9	0	0,0	38	5,9	155	24,1	450	70,0	643	100		
Ucayali	162	0	0,0	68	11,6	193	32,8	327	55,6	588	100		
Total		77	0,5	1825	11,8	3299	21,2	10329	66,5	15530	100		

13

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 5.** La concentración de Hb estuvo comprendida entre 6,5 a 18,6 g/dl ( $12,28 \pm 0,01$  g/dl; media  $\pm$  EE). A nivel nacional, se evidenció un incremento de 15,9 puntos porcentuales (p.p.) en el punto de corte definido por la OMS para el diagnóstico de anemia ( $Hb < 11$ g/dl), estos cambios ocurrieron cuando se ajustaron las concentraciones de Hb al nivel del mar. En el departamento de Junín, el aumento fue de 40,1 p.p.

**Tabla 6.** Concentración media de Hb <sup>1</sup> de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según altitud de residencia.

Región de residencia	Altitud (m.s.n.m.)	Media	Error estándar	IC 95 %
Puno	3848	13,91	0,06	13,79 - 14,03
Huancavelica	3746	13,71	0,05	13,61 - 13,82
Cusco	3439	13,45	0,05	13,35 - 13,55
Pasco	4373	13,38	0,08	13,22 - 13,53
Apurímac	2500	13,37	0,04	13,29 - 13,46
Junín	3294	13,12	0,06	12,99 - 13,24
Ayacucho	2797	13,05	0,05	12,95 - 13,15
Cajamarca	2731	12,79	0,05	12,68 - 12,90
Arequipa	2429	12,71	0,05	12,62 - 12,81
Ancash	3073	12,65	0,06	12,53 - 12,76
Huánuco	1921	12,61	0,06	12,49 - 12,72
La Libertad	74	12,18	0,05	12,08 - 12,29
Moquegua	1428	12,15	0,05	12,04 - 12,24
Amazonas	2483	12,08	0,05	11,99 - 12,17
Tacna	583	11,98	0,05	11,89 - 12,06
Piura	57	11,83	0,04	11,73 - 11,91
<sup>3</sup> Lima	162	11,81	0,02	11,77 - 11,87
Prov. Const. Del Callao	27	11,81	0,04	11,72 - 11,89
Lambayeque	28	11,74	0,05	11,65 - 11,82
Ica	432	11,66	0,04	11,58 - 11,74
San Martín	895	11,51	0,04	11,43 - 11,59
Tumbes	9	11,50	0,04	11,42 - 11,59
Loreto	107	11,16	0,04	11,07 - 11,24
Madre de Dios	204	11,14	0,04	11,06 - 11,22
Ucayali	162	11,13	0,04	11,05 - 11,21
Total		12,28	0,01	12,25 - 12,30

IC 95 %: intervalo de confianza al 95 %.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 6.** Se visualizó la mayor concentración media de Hb a 3 848 m.s.n.m. ( $13,91 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE). Desde otra perspectiva, el departamento de Junín se encontró en el sexto puesto ( $13,12 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE).

**Tabla 7.** Prevalencia de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según edad y altitud de residencia.

Región de residencia	Altitud (m.s.n.m.)	Anemia (Hb ajustada) (n = 5201/15530)									
		Edad (meses)								Total	
		0 a 5		6 a 11		12 a 35		36 a 59		n	%
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Amazonas	2483	17	5,4	44	13,9	151	47,8	104	32,9	316	100
Ancash	3073	10	3,3	42	14,0	128	42,7	120	40,0	300	100
Apurímac	2500	3	4,7	24	37,5	27	42,2	10	15,6	64	100
Arequipa	2429	5	3,3	31	20,4	75	49,3	41	27,0	152	100
Ayacucho	2797	9	4,0	40	17,9	112	50,0	63	28,1	224	100
Cajamarca	2731	10	4,6	37	17,1	99	45,8	70	32,4	216	100
Prov. del Callao	27	7	6,6	30	28,3	52	49,1	17	16,0	106	100
Cusco	3439	7	2,9	30	12,4	120	49,6	85	35,1	242	100
Huancavelica	3746	14	4,6	34	11,2	141	46,5	114	37,6	303	100
Huánuco	1921	2	1,3	33	21,2	64	41,0	57	36,5	156	100
Ica	432	1	0,8	37	28,7	62	48,1	29	22,5	129	100
Junín	3294	13	4,4	39	13,2	142	48,0	102	34,5	296	100
La Libertad	74	4	4,7	25	29,4	38	44,7	18	21,2	85	100
Lambayeque	28	4	3,4	36	30,8	57	48,7	20	17,1	117	100
Lima	162	24	6,2	103	26,5	177	45,5	85	21,9	389	100
Loreto	107	5	2,5	36	18,3	85	43,1	71	36,0	197	100
Madre de Dios	204	12	4,5	48	18,2	133	50,4	71	26,9	264	100
Moquegua	1428	8	6,3	38	29,9	57	44,9	24	18,9	127	100
Pasco	4373	17	4,0	56	13,2	180	42,4	172	40,5	425	100
Piura	57	5	4,5	26	23,6	65	59,1	14	12,7	110	100
Puno	3848	9	3,7	40	16,5	121	50,0	72	29,8	242	100
San Martín	895	8	4,3	48	25,8	84	45,2	46	24,7	186	100
Tacna	583	3	3,0	28	27,7	50	49,5	20	19,8	101	100
Tumbes	9	9	4,7	50	25,9	81	42,0	53	27,5	193	100
Ucayali	162	13	5,0	51	19,5	134	51,3	63	24,1	261	100
Total		219	4,2	1006	19,3	2435	46,8	1541	29,6	5201	100

**13** Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 7.** Se presenció la mayor cantidad de casos con anemia en el grupo de edad de 12 a 35 meses que vivían a 57 m.s.n.m. (59,1 %). En cambio, el grupo de edad de 0 a 5 meses fueron afectados en menor proporción por la enfermedad (0,8 %), este último grupo residía a 432 m.s.n.m.

**5** **Tabla 8.** Prevalencia de anemia **1** de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según sexo y altitud de residencia.

Región de residencia	Altitud (m.s.n.m.)	Anemia (Hb ajustada) (n = 5201/15530)					
		Sexo				Total	
		Masculino		Femenino		n	%
<b>4</b>		n	%	n	%	n	%
Amazonas	2483	181	57,3	135	42,7	316	100
Ancash	3073	157	52,3	143	47,7	300	100
Apurímac	2500	34	53,1	30	46,9	64	100
Arequipa	2429	90	59,2	62	40,8	152	100
Ayacucho	2797	116	51,8	108	48,2	224	100
Cajamarca	2731	116	53,7	100	46,3	216	100
Prov. del Callao	27	64	60,4	42	39,6	106	100
Cusco	3439	137	56,6	105	43,4	242	100
Huancavelica	3746	167	55,1	136	44,9	303	100
Huánuco	1921	90	57,7	66	42,3	156	100
Ica	432	70	54,3	59	45,7	129	100
Junín	3294	157	53,0	139	47,0	296	100
La Libertad	74	44	51,8	41	48,2	85	100
Lambayeque	28	71	60,7	46	39,3	117	100
Lima	162	227	58,4	162	41,6	389	100
Loreto	107	106	53,8	91	46,2	197	100
Madre de Dios	204	131	49,6	133	50,4	264	100
Moquegua	1428	59	46,5	68	53,5	127	100
Pasco	4373	204	48,0	221	52,0	425	100
Piura	57	56	50,9	54	49,1	110	100
Puno	3848	139	57,4	103	42,6	242	100
San Martín	895	104	55,9	82	44,1	186	100
Tacna	583	55	54,5	46	45,5	101	100
Tumbes	9	109	56,5	84	43,5	193	100
Ucayali	162	137	52,5	124	47,5	261	100
Total		2821	54,2	2380	45,8	5201	100

**13** Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 8.** Se percibió la mayor proporción de anemia a 28 m.s.n.m. en los varones (60,7 %), y a 1 428 m.s.n.m. en las mujeres (53,5 %). No obstante, lo esperado fue que en ambos sexos la enfermedad afecte más a aquellos residentes a gran altura; en el sexo femenino esta relación si estuvo presente, puesto que en segundo lugar la afección era más prevalente a 4 373 m.s.n.m. (52 %); sin embargo, este patrón no fue registrado en el sexo masculino, donde seguidamente, los mayores índices de la enfermedad fueron distinguidos a 27 m.s.n.m. (60,4 %).

**5** **Tabla 9.** Prevalencia y niveles de anemia de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según características sociodemográficas. **1**

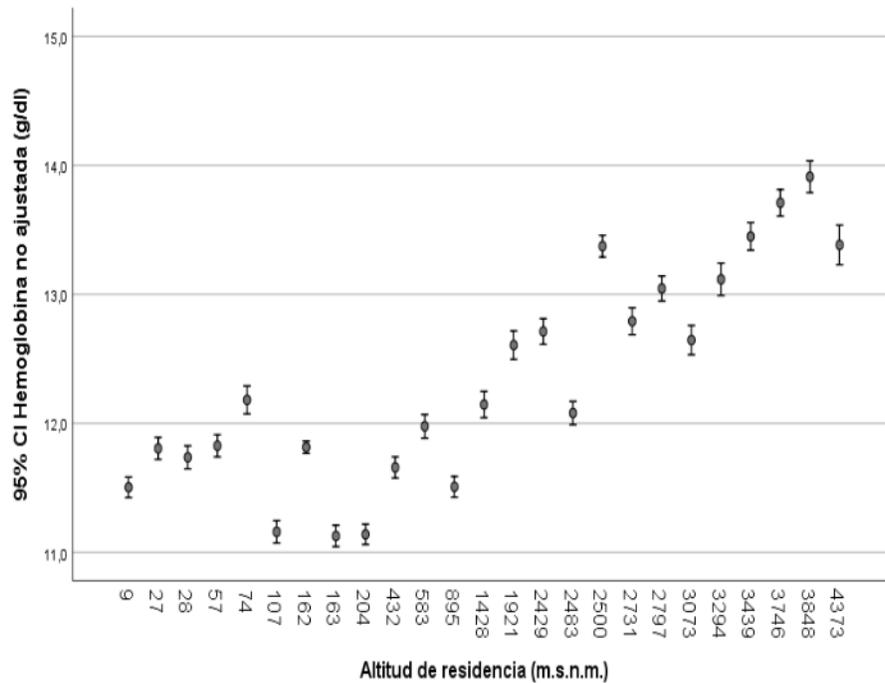
Características sociodemográficas	Anemia (Hb ajustada) (n = 5201/15530)									
	Prevalencia		Total	Niveles de anemia						
	n	%		Severa		Moderada		Leve		Total
			n	%	n	%	n	%	n	
<b>Altitud de residencia (m.s.n.m.)</b>										
9	193	30,0	643	0	0,0	38	19,7	155	80,3	193
27	106	19,5	543	0	0,0	23	21,7	83	78,3	106
28	117	21,6	542	0	0,0	27	23,1	90	76,9	117
57	110	19,4	566	0	0,0	23	20,9	87	79,1	110
74	85	15,6	546	1	1,2	12	14,1	72	84,7	85
107	197	38,1	517	1	0,5	69	35,0	127	64,5	197
162	389	20,1	1933	0	0,0	80	20,6	309	79,4	389
162	261	44,4	588	0	0,0	68	26,1	193	73,9	261
204	264	46,2	572	0	0,0	50	18,9	214	81,1	264
432	129	23,2	557	0	0,0	25	19,4	104	80,6	129
583	101	17,2	587	0	0,0	20	19,8	81	80,2	101
895	186	30,4	612	0	0,0	45	24,2	141	75,8	186
1428	127	22,9	555	0	0,0	29	22,8	98	77,2	127
1921	156	25,6	609	0	0,0	39	25,0	117	75,0	156
2429	152	29,5	516	1	0,7	48	31,6	103	67,8	152
2483	316	50,3	628	0	0,0	128	40,5	188	59,5	316
2500	64	10,7	599	0	0,0	12	18,8	52	81,3	64
2731	216	39,1	552	0	0,0	78	36,1	138	63,9	216
2797	224	33,4	670	0	0,0	85	37,9	139	62,1	224
3073	300	56,0	536	4	1,3	146	48,7	150	50,0	300
3294	296	50,2	590	3	1,0	172	58,1	121	40,9	296
3439	242	44,9	539	1	0,4	111	45,9	130	53,7	242
3746	303	57,2	530	4	1,3	128	42,2	171	56,4	303
3848	242	51,5	470	6	2,5	103	42,6	133	55,0	242
4373	425	80,2	530	56	13,2	266	62,6	103	24,2	425
<b>Edad (meses)</b>										
0 a 5	219	47,0	466	6	2,7	87	39,7	126	57,5	219
6 a 11	1006	58,6	1718	26	2,6	436	43,3	544	54,1	1006
12 a 35	2435	37,1	6560	35	1,4	826	33,9	1574	64,6	2435
36 a 59	1541	22,7	6786	10	0,6	476	30,9	1055	68,5	1541
<b>Sexo</b>										
Masculino	2821	35,7	7901	46	1,6	989	35,1	1786	63,3	2821
Femenino	2380	31,2	7629	31	1,3	836	35,1	1513	63,6	2380
Total	5201	33,5	15530	77	1,5	1825	35,1	3299	63,4	5201

**13** Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

**En la tabla 9.** Se reflejó la mayor prevalencia de anemia a 4 373 m.s.n.m. (departamento de Pasco - 80,2 %), en los menores de 6 a 11 meses de edad (58,6 %) y en el sexo masculino (35,7 %). Asimismo, se exhibió que la gravedad de la anemia empeoraba a medida que aumentaba la altitud de residencia (0 % de anemia severa a 9 m.s.n.m., frente a 13,2 % de anemia severa a 4 373 m.s.n.m.). En fin, la anemia severa fue mayor a 4 373 m.s.n.m. (departamento de Pasco - 13,2 %), en el intervalo de edad de 0 a 5 meses (2,7 %) y en los varones (1,6 %).

## 5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

**Figura 5.** Diagrama de barras de error de la concentración media y variabilidad de la Hb en menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según altitud de residencia.



Fuente: Elaboración en el programa estadístico (SPSS v.26) a partir de los datos obtenidos.

**En la figura 5.** Se demostró a través del diagrama de barras de error la direccionalidad de la correlación (relación directa - pendiente positiva) entre las variables analizadas. Adicionalmente, se observó la mayor variabilidad en la concentración de Hb a 4 373 m.s.n.m. (departamento de Pasco).

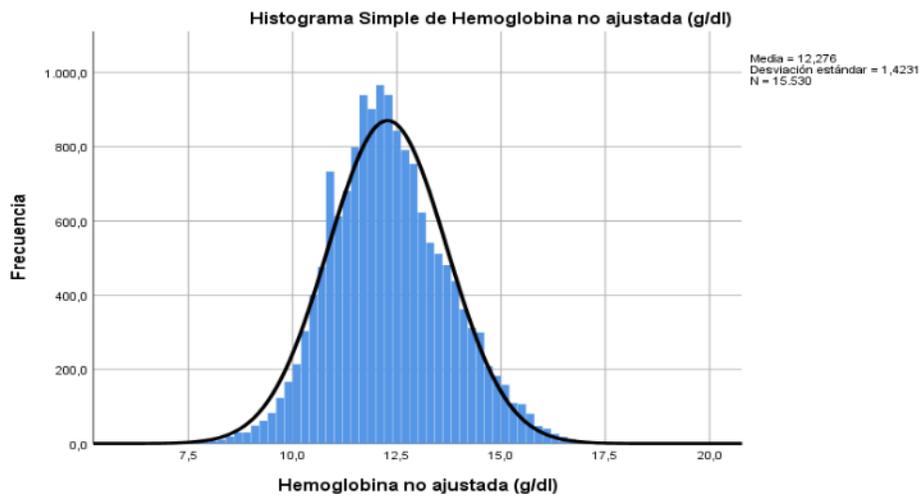
**Tabla 10.** Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para 1 muestra.

Medidas	Concentración de Hb (g/dl)	Altitud de residencia (m.s.n.m.)
Recuento total	15530	15530
Estadístico de prueba	0,46	0,227
Significancia (bilateral)	0,000	0,000

11 Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

En la tabla 10. Se comprobó mediante la prueba de normalidad K-S para 1 muestra que la significancia en ambas variables estuvo por debajo al nivel de  $\alpha$  (0,05). Por ende, se empleó el equivalente no paramétrico a la correlación R de Pearson (Rho de Spearman).

1 Figura 6. Histograma de la concentración de Hb de los menores de 5 años evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según altitud de residencia.



Fuente: Elaboración en el programa estadístico (SPSS v.26) a partir de los datos obtenidos.

En la figura 6. Se aprecia a través de un histograma la ausencia de distribución normal de la variable de estudio, ya que según las medidas de forma es asimétrica y leptocúrtica; de esta manera, se complementa lo demostrado con la prueba de normalidad K-S para 1 muestra.

**Tabla 11.** Correlación de la concentración de Hb en menores de 5 años con la altitud de residencia de la ENDES - Perú, 2021.

Medidas	Rho de Spearman
Significancia (unilateral)	0,000
Coefficiente	0,452
Intervalo de confianza 95 %	0,439 – 0,466

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

En la tabla 11. Se muestra el resultado significativo de la correlación ( $p = 0,000$ ) y de su magnitud ( $Rho = 0,452$ ), mediante el estadístico de prueba no paramétrico Rho de Spearman.

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS GENERAL

**H0:** La concentración de hemoglobina en menores de 5 años disminuye a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

**H1:** La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

**NIVEL DE SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0,05$  o 5 %.

**PRUEBA ESTADÍSTICA UTILIZADA:** Correlación Rho de Spearman.

### LECTURA DEL P-VALOR:

Con una probabilidad de error del 0,000. La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

### DECISIÓN ESTADÍSTICA:

La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

### INTERPRETACIÓN:

Se pudo demostrar correlación directa débil ( $p = 0,000$ ;  $Rho = 0,452$ ; IC 95 %: 0,439 a 0,466) entre la concentración de Hb en menores de 5 años y la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general fue correlacionar la concentración de hemoglobina en menores de 5 años con la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021. Los objetivos específicos fueron formulados a partir del objetivo general; de este modo, cada uno de ellos está en relación a las unidades de estudio que fueron evaluados durante la ENDES - Perú, 2021, según altitud de residencia; en el primero se determinaron las características descriptivas; en el segundo se determinó la frecuencia en la concentración de Hb; en el tercero se estimó la concentración media de Hb; en el cuarto y quinto se determinó la prevalencia de anemia según edad y sexo respectivamente; finalmente, en el sexto objetivo se determinó la prevalencia y los niveles de anemia según características sociodemográficas.

Referente al tamaño muestral, la ENDES desde el año 2015 viene aplicando la técnica bietápica (muestreo equilibrado y estratificado) a nivel departamental, la ventaja de usar esta técnica es que conserva la distribución de las muestras, mejora las precisiones estadísticas y la representatividad (10). Para la obtención de la variable de estudio, se accedió a la casilla base de datos de la plataforma virtual del INEI, seguido de la sección microdatos, consulta por encuestas, Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, año 2021 y periodo único. Después, se descargaron los códigos de módulo 1629 y 1638, en el primero se seleccionó la base de datos RECH0 porque se encontraba el identificador HHID y la variable región de residencia (HV024) de las madres de los menores de 5 años, en el segundo se eligió la base de datos RECH6, porque se encontraba el identificador HHID y las variables edad (HC1), sexo (HC27), nivel de Hb (g/dl) (HC53) y el resultado de su medición (HC55) de los menores de 5 años. Inicialmente se contó con 22 741 menores de 5 años potencialmente elegibles, después de la limpieza de los datos de aquellos con más de una medición ( $n = 6\ 438$ ), se obtuvo 16 303 datos analizados para ser elegibles; no obstante, se excluyó 773 de ellos por no contar con el resultado de la medición de Hb (valores perdidos = 330; no presente = 80; otros = 76; rechazó = 287). Posterior a todos los filtros de selección, se incluyeron en el estudio 15 530 datos confirmados elegibles (figura 4).

La concentración de Hb fue evaluada por la ENDES mediante el sistema HemoCue Hb 201+ (10), este sistema presenta sensibilidad del 85 % demostrada en trabajo de campo, 100 % en

laboratorio y una especificidad del 94 % (26). Por otra parte, se identificó dos errores concernientes al muestreo, el primero por cuestiones no muestrales que involucraban a los procesos de recolección y procesamiento de los datos, y el segundo orientado a los errores de muestreo por haber entrevistado solo a una muestra y no a toda la población (10). Ante esta problemática, la ENDES planteó como alternativas de solución implementar capacitaciones constantes a las encuestadoras, supervisar permanente el trabajo de campo, vigilar la etapa del procesamiento de los datos, entre otros; por tanto, la ENDES 2021 sostuvo que los márgenes de error se mantuvieron en proporciones razonables, e indicó que posteriormente ya no se tomarán en cuenta los errores no muestrales, sino únicamente los errores de muestreo (10). La variable asociada se calculó a partir de la altitud de las capitales departamentales del Perú, a través del directorio nacional de centros poblados del INEI (12); se tomó esta decisión, porque solo se contó con la región de residencia de las unidades de estudio en la ENDES – Perú, 2021. Esta limitante representa un importante sesgo de información, puesto que en cada región del Perú las provincias están ubicadas a distintas altitudes, por lo cual, posteriormente se podría solicitar la base de datos del periodo 2022 directamente a la sede central ubicada en la ciudad de Lima, hecho que si se realizó al momento de la recopilación de los datos, pero que no se pudo lograr debido a la demora en la logística de las oficinas correspondientes; como resultado, contando con los datos completos de la variable asociada (altitud de residencia por provincias y distritos) se obtendría mayor precisión en los resultados de esta correlación.

Los resultados encontrados en este estudio se muestran a continuación. Respecto al objetivo específico 1, el departamento de Lima contuvo la mayor cantidad de menores de 5 años evaluados (12,4 %). La edad de los menores estaba comprendida entre 4 a 59 meses ( $31,50 \pm 0,12$  meses; media  $\pm$  EE), la mayor proporción de niños se situó en el intervalo de 36 a 59 meses de edad (43,7 %) y en el sexo masculino (51 %). La prevalencia de anemia fue del 33,5 %, y de acuerdo a su clasificación se halló 0,5 % de anemia severa, 11,8 % de anemia moderada, 21,2 % de anemia leve y 66,5 % que no presentaron la afección. Para la clasificación de la anemia y de sus niveles se utilizaron los puntos de corte de la OMS; de modo que, las concentraciones de Hb fueron ajustadas mediante la fórmula de la CDC PedNSS de los Estados Unidos de América (anexo 5).

En relación al objetivo específico 2, se precisó que la concentración de Hb estuvo comprendida entre 6,5 a 18,6 g/dl ( $12,28 \pm 0,01$  g/dl; media  $\pm$  EE), estos datos fueron similares al estudio de Muñoz del Carpio-Toia A (17) ( $12,4 \pm 1,2$  g/dl; media  $\pm$  DE). Además, se evidenció cambios significativos en las concentraciones de Hb  $< 11$  g/dl cuando se ajustaron estos valores al nivel del mar. En el Perú, el incremento fue de 15,9 p.p. (17,6 – 33,5 %), mientras que a nivel regional (Junín) fue de 40,1 p.p. (10,1 – 50,2 %). Acerca de lo planteado en el objetivo específico 3, la mayor concentración media de Hb fue visualizada a 3 848 m.s.n.m. en el departamento de Puno ( $13,91 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE), este resultado tuvo similitud con lo reportado por Muñoz del Carpio-Toia A (17) ( $14,00 \pm 1,73$  g/dl; media  $\pm$  DE) a una altitud de 4 000 a 4 999 m.s.n.m. Desde otro punto de vista, el departamento de Junín se posicionó en el sexto lugar ( $13,12 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE).

En cuanto al objetivo específico 4, se comprobó que la mayor prevalencia de anemia estuvo presente <sup>10</sup> en el grupo de edad de 12 a 35 meses (59,1 %) que residía a 57 m.s.n.m. en el departamento de Piura, estos datos no guardaron relación con lo encontrado por Muñoz del Carpio-Toia A (17), quien reportó que la mayor prevalencia de anemia se encontraba en el grupo de 6 a 11 meses de edad (62,6 %). Contrario al primer hallazgo, el grupo de edad de 0 a 5 meses (0,8 %) que residía a 432 m.s.n.m. en el departamento de Ica presentó la enfermedad en menor proporción. Concerniente al objetivo específico 5, se visualizó que la anemia fue mayor en el sexo masculino (60,7 %) que vivía a 28 m.s.n.m. en el departamento de Lambayeque, mientras que en el sexo femenino (53,5 %) estos resultados se observaron a 1 428 m.s.n.m. en el departamento de Moquegua. Aunque lo previsto era encontrar mayor cantidad de casos con anemia en aquellos que residían a gran altura, se presume que el sexo masculino de los menores influye de manera inversa entre las concentraciones de Hb reducidas (anemia  $< 11$  g/dl) y la altitud de residencia; sin embargo, esta apreciación tendría que ser probada estadísticamente y sometida a controles metodológicos.

Referente al objetivo específico 6, se identificó la mayor prevalencia de anemia a 4 373 m.s.n.m. en el departamento de Pasco (80,2 %), en los <sup>9</sup> menores de 6 a 11 meses de edad (58,6 %) y en el sexo masculino (35,7 %). Seguidamente, se evidenció que los niveles de anemia empeoraban a medida que se residía a grandes alturas, tal fue el caso del departamento de

Tumbes ubicado a 9 m.s.n.m. sin anemia severa, frente al departamento de Pasco localizado a 4 373 m.s.n.m. con 13,2 % de esta afección; este incremento también fue presenciado por Muñoz del Carpio-Toia A (17), quien reportó un 18,7 % de anemia de 0 - 999 m.s.n.m., contra 44,7 % de anemia de 3 000 – 4 999 m.s.n.m. En esta misma línea, se halló los mayores casos de anemia severa a 4 373 m.s.n.m. en el departamento de Pasco (13,2 %), en los menores de 0 a 5 meses de edad (2,7 %) y en los varones (1,6 %).

Conforme al objetivo general del estudio, se pudo demostrar correlación directa débil ( $p = 0,000$ ;  $Rho = 0,452$ ; IC 95 %: 0,439 a 0,466) entre la concentración de Hb en menores de 5 años y la altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021. No obstante, al momento de la búsqueda de la información en las bases de datos (PubMed, Scopus, SciELO) y en la literatura gris (repositorios institucionales) durante setiembre a octubre del presente año, no se consiguieron estudios que indiquen la magnitud de la correlación de las variables analizadas. Estos hallazgos tuvieron similitud con lo reportado por Muñoz del Carpio-Toia A (17), quien encontró relación directa entre los niveles de Hb y la altitud de residencia de los menores de 5 años ( $p < 0,05$ ), su estudio fue desarrollado en la Gerencia Regional de Salud de Arequipa - Perú ( $n = 32\ 454$ ). Asimismo, Silva J (19) reportó relación directa entre los niveles de anemia y los pisos altitudinales ( $p = 0,000$ ), su investigación fue llevada a cabo en menores de 6 a 35 meses de edad inscritos en la base de datos del SIEN del departamento de Puno – Perú durante los años 2015 al 2017. Del mismo modo, Accinelli R (20) constató que las concentraciones de Hb estuvieron relacionadas positivamente con la edad y la altitud de residencia, su estudio incluyó a menores de 6 a 35 meses de edad que estuvieron registrados en la ENDES – Perú, 2017. De igual forma, Ocas S (21) encontró que las concentraciones de Hb estaban relacionadas directamente con la altitud de residencia por encima de los 1 000 m.s.n.m. en los niños de 6 a 59 meses, su investigación fue a partir del análisis de la base de datos del SIEN - Perú durante los años 2012 al 2017-I. Sumado a lo que se mencionó anteriormente, Garrido D (22) evidenció asociación de riesgo significativo entre la prevalencia de anemia infantil y las regiones andinas de Perú, Bolivia y Ecuador ( $OR:1,37$ ;  $p < 0,05$ ), su trabajo fue realizado en menores de 6 a 59 meses que estuvieron

enlistados en las bases de datos de cada país, en Ecuador fue el Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SIVAN) durante el 2013 y 2014, en Perú fue la ENDES y en Bolivia la Encuesta de Demografía y Salud (EDSA), ambos correspondientes al periodo 2016.

Estos resultados también estuvieron presentes en diferentes grupos etarios y étnicos. Empezaremos esta lista por Mejia C (18), quien pudo constatar correlación positiva entre la altitud del lugar de trabajo (4 100 m) y las concentraciones de Hb ( $p < 0,01$ ), su estudio fue efectuado en los trabajadores mineros de la sierra peruana. Igualmente, Gassmann M (23) evidenció relación directa entre la concentración de Hb y la altitud de residencia ( $p < 0,0001$ ), el diseño de su investigación fue de metaanálisis y tuvo como unidades de estudio a la población en general. Además, Akunov A (24) pudo verificar que las concentraciones de Hb se relacionaban directamente con la exposición por varios años a grandes alturas ( $p < 0,001$ ), su estudio conformó a adultos que trabajaban de manera intermitente a 3 800 m.s.n.m. Para terminar con esta sección, Alkhaldy H (25) presenció que las concentraciones de Hb estaban relacionadas directamente con la altitud de residencia de los habitantes de 18 a 60 años de edad que vivían en regiones elevadas de Arabia Saudita.

Lo encontrado en este estudio es explicado por la fisiología del cuerpo humano, donde se indica que las concentraciones de Hb se incrementan cuando se reside en zonas geográficas por encima de los 1 000 m.s.n.m., como compensación del organismo ante la hipoxia hipobárica (6). A pesar de ello, se comprobó que un polimorfismo genético que incrementa la actividad de prolil hidroxilasa-2 (PHD-2) se oponen a este planteamiento, ya que al unirse al polimorfismo del gen EGLN1 que codifica el factor inducible por hipoxia-2 $\alpha$ , mantienen estables las concentraciones de Hb en los tibetanos a pesar de residir a grandes alturas (36).

Aun cuando el coeficiente Rho de Spearman indicó correlación directa débil ( $Rho = 0,452$ ; IC 95 %: 0,439 a 0,466) entre las variables analizadas, se entiende que esta magnitud es completamente matemática y no asegura que residir a mayor altitud sea la causa de las altas concentraciones de Hb, por lo que se asume que podrían existir otras variables que influyan en esta relación. Por consiguiente, bajo un supuesto de modelo matemático (regresión lineal

simple) se obtuvo que el coeficiente de determinación  $R^2$  ajustado fue de 0,251, entendiéndose que la concentración de Hb de los menores de 5 años está influenciado en un 25 % por la altitud de residencia, pero que existe un 75 % de probabilidad restante que esta relación causal sean atribuidas a otras variables que no fueron incluidas en el estudio. Esta interpretación fue corroborada por el estudio de Mairbäurl H (3), quien identificó que los polimorfismos genéticos de algunos residentes tibetanos y etíopes se correlacionaban inversamente con las concentraciones de Hb, estos mecanismos fisiológicos fueron desarrollados en compensación ante la hipoxia hipobárica de aquellos que vivían a grandes alturas. De igual manera, pese a que Garrido D (22) haya encontrado riesgo significativo entre la altitud de residencia de las regiones andinas y la prevalencia de anemia, no descarta la posibilidad de que estos fenómenos sean multifactoriales. En búsqueda de respuestas a estas irregularidades, algunas variables intervinientes fueron identificadas por Agho K (37), quien demostró que la emaciación ( $p = 0,001$ ), el sexo masculino ( $p = 0,036$ ), la diarrea reciente ( $p = 0,019$ ), el nivel educativo de la madre (nivel secundario;  $p = 0,033$ ) y el estado anémico materno (anemia leve;  $p = < 0,001$ ), (anemia moderada;  $p = < 0,001$ ) y (anemia severa;  $p = < 0,001$ ) se asociaron significativamente con las concentraciones más bajas de Hb en los menores de 6 a 59 meses de edad de Timor-Leste. Por tal razón, en un siguiente estudio se tendrá que verificar estadística y metodológicamente las variables de control que puedan influir en la concentración de Hb (variable de respuesta).

## CONCLUSIONES

1. La concentración de hemoglobina en menores de 5 años aumenta a mayor altitud de residencia de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Perú, 2021.
2. La prevalencia de anemia total fue del 33,5 % y se clasificó en anemia leve (21,2 %), moderada (11,8 %) y severa (0,5 %).
3. Las concentraciones de Hb < 11 g/dl aumentaron en 15,9 p.p. (17,6 – 33,5 %) cuando se ajustaron los valores al nivel del mar, este incremento fue evidenciado a nivel nacional (Perú).
4. La media más alta de Hb se percibió a 3 848 m.s.n.m. en el departamento de Puno ( $13,91 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE). Por otro lado, el departamento de Junín se ubicó en el sexto lugar ( $13,12 \pm 0,06$  g/dl; media  $\pm$  EE).
5. La anemia fue más prevalente <sup>10</sup> en el grupo de edad de 12 a 35 meses que residían a 57 m.s.n.m. en el departamento de Piura (59,1 %).
6. Los mayores índices de anemia se observaron a 28 m.s.n.m. en el sexo masculino (60,7 %), y a 1 428 m.s.n.m. en el sexo femenino (53,5 %).
7. La anemia fue más prevalente a 4 373 m.s.n.m. en el departamento de Pasco (80,2 %), en los <sup>9</sup> menores de 6 a 11 meses de edad (58,6 %) y en el sexo masculino (35,7 %). Por otra parte, la anemia severa continuó siendo mayor a 4 373 m.s.n.m. (13,2 %), y afectó más <sup>5</sup> al grupo de 0 a 5 meses de edad (2,7 %) y a los varones (1,6 %).

## RECOMENDACIONES

1. Los resultados de esta correlación serían más precisos si se obtienen los datos completos de la altitud de residencia (provincias y distritos) en las unidades de estudio.
2. La prevalencia de anemia infantil en el Perú continúa <sup>12</sup> siendo un problema moderado de salud pública, por lo que se insta a los profesionales en general a seguir trabajando para reducir estas cifras.
3. Se aconseja utilizar fórmulas estandarizadas para ajustar los niveles de Hb al nivel del mar en los infantes, una buena opción es la ecuación de la CDC PedNSS de los Estados Unidos de América (anexo 5).
4. Se sugiere identificar la presencia de factores fisiológicos en los menores de 5 años que residen a grandes alturas ( $\geq 3\ 848$  m.s.n.m.), preliminarmente se halló que estos son desarrollados en compensación a la hipoxia hipobárica en adultos.
5. Se recomienda precisar aquellos factores involucrados en la prevalencia de anemia infantil en la costa peruana (0 a 500 m.s.n.m.), especialmente <sup>10</sup> en el grupo de edad de 12 a 35 meses, en este estudio se demostró que fueron más afectados por la enfermedad a 57 m.s.n.m. en el departamento de Piura (59,1 %).
6. Se deberá probar estadísticamente si es que el sexo masculino de los menores influye en la relación inversa entre las bajas concentraciones de Hb y la altitud de residencia, <sup>5</sup> en este estudio se halló que la prevalencia de anemia fue mayor en los varones residentes a 28 m.s.n.m. en el departamento de Lambayeque (60,7 %).
7. Se tendrá que continuar con las actividades de promoción y prevención de la anemia infantil. No obstante, aquellos diagnosticados con anemia severa deberán ser referidos a especialistas, a fin de establecer el mejor tratamiento a nivel multidisciplinario.



# INFORME FINAL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1 [ateneo.unmsm.edu.pe](http://ateneo.unmsm.edu.pe) Fuente de Internet 1%

2 [repositorio.upla.edu.pe](http://repositorio.upla.edu.pe) Fuente de Internet 1%

3 [documentop.com](http://documentop.com) Fuente de Internet 1%

4 Submitted to Universidad Peruana Los Andes Trabajo del estudiante 1%

5 [repositorio.upch.edu.pe](http://repositorio.upch.edu.pe) Fuente de Internet 1%

6 Submitted to unap Trabajo del estudiante <1%

7 Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante <1%

8 [es.scribd.com](http://es.scribd.com) Fuente de Internet <1%

9 [anmperu.org.pe](http://anmperu.org.pe) Fuente de Internet

<1 %

10

[cies.org.pe](http://cies.org.pe)

Fuente de Internet

<1 %

11

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

12

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

13

[moam.info](http://moam.info)

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Universidad Nacional de Tumbes

Trabajo del estudiante

<1 %

15

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

16

[fr.scribd.com](http://fr.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

17

[www.rhsupplies.org](http://www.rhsupplies.org)

Fuente de Internet

<1 %

18

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

19

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

20

[slidehtml5.com](http://slidehtml5.com)

Fuente de Internet

<1 %

21

[pesquisa.bvsalud.org](http://pesquisa.bvsalud.org)

Fuente de Internet

<1 %

22

[www.repositorio.upla.edu.pe](http://www.repositorio.upla.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad de San Martín de  
Porres

Trabajo del estudiante

<1 %

24

[revistamedicinainterna.net](http://revistamedicinainterna.net)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo